

令和 6 年 6 月 22 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20613

研究課題名（和文）建造環境の微生物叢の実態把握と応用：温度調節による新たな病原体制御理論の創成

研究課題名（英文）Understanding and application of microbiota in building environment: creation of pathogen control theory by temperature control

研究代表者

山口 博之（Yamaguchi, Hiroyuki）

北海道大学・保健科学研究所・教授

研究者番号：40221650

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究にてこれまでまったく想定されていなかったが、普遍的な環境因子の一つである温度を人肌に調節制御することで乾燥面での病原細菌の生存性を減弱させることができることを新たに発見した。その分子機構としては、人肌加温すると乾燥面では病原細菌の菌体長の適切な制御ができなくなることに起因している可能性が考えられる。また空間に浮遊する細菌数を規定する環境因子として人流やその密度が関係することを証明した。現在これらの研究成果を踏まえ、共同研究契約を取り交わした企業と共同で、高頻度接触面の病原細菌数を抑制制御しうる持続性がありかつ耐性菌などが選択されない新たなデバイスの開発を継続して行なっていく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

病院や公共環境での耐性菌の循環を的確に捉え、耐性菌による感染症を未然に防ぐための対策を施すことが求められている。しかしこれまでの耐性菌対策は、消毒剤や抗菌剤による耐性菌の殺滅除去が主たるものであり、耐性菌の出現や生態系への不可逆的な打撃が懸念される。私達は本研究にて普遍的な環境因子の一つである温度を人肌に調節することにより乾燥面での病原細菌の生存性が著しく低下することを発見した。この発見により温度調節できる手摺やドアノブの設置などにより院内感染症を撃滅することが可能となった。消毒剤や抗菌剤に頼らずに安心安全な環境を実現するための新たな感染症制御理論の一つの創成に寄与した。

研究成果の概要（英文）：This research has shown that by adjusting temperature, one of the universal environmental factors, to match human skin, it is possible to reduce the survivability of pathogenic bacteria on dry surfaces, something that had not been previously assumed. The molecular mechanism may be that when human skin is heated, the body length of pathogenic bacteria cannot be properly controlled on a dry surface. We also demonstrated that the flow of people and their density are related environmental factors that determine the number of bacteria floating in a space. Based on these research results, we are currently working with companies with which we have signed joint research agreements to continue developing a new device that is sustainable, will not select for resistant bacteria, and can suppress and control the number of pathogenic bacteria on frequently touched surfaces.

研究分野：細菌学

キーワード：人肌加温 高頻度接触面 病原細菌 院内感染

1. 研究開始当初の背景

人の営みそのものが、多剤耐性菌を公共環境に持ち込み、その拡散に寄与している。しかし環境での耐性菌の拡散を制御するための決め手はなく、耐性菌感染症は世界を席卷している。一方、これら耐性菌も人と同じく地球上の生命体であり、普遍的な環境因子を調節することで、殺滅し取り除くのではなく旨く折り合いをつけ共存できるはずである。一方、人を害することがない僅かな環境温度の変化でも、病原体であるか否かに関わらずその場に居合わせた微生物の営みに大きな影響を与えることは周知の事実である。それ故に院内感染の温床となる病院内の高頻度接触面や人が行き交う公共空間の微生物のメタゲノム解析やその動態に影響を及ぼす環境因子を同定しそれらデータから細菌の動態と環境因子との関連性を数理モデル化することで新たな病原体制御理論を創成すると共に感染防止策へと応用を目指す研究は極めて重要である。

私達は、札幌地下歩行空間で環境菌叢(16SrDNA)と環境因子との関連性を検討し、空間温度に依存して歩行者から遊離する菌叢や生菌数が変化することを見つけた(Okubo ら PLoS ONE 2018 DOI: 10.1371/journal.pone.0184980)。また院内環境の高頻度接触面の菌量や、乾燥面での多剤耐性大腸菌(NDM- β -ラクタマーゼ産生株など)の生存性が温度の上昇(37°C)に伴い低下することにも気づいた(Watanabe ら BMC Res Notes 2014 DOI: 10.1186/1756-0500-7-121, Shimoda ら BMC Res Notes 2015 DOI: 10.1186/s13104-015-1757-9, Yano ら J Infect Chemother 2017 DOI: 10.1016/j.jiac.2017.03.016, Shimoda ら PLoS ONE 2019 DOI: 10.1371/journal.pone.0226952)。これらの所見は、環境温度を制御することで、乾燥した高頻度接触面を介した感染伝播が、その物体を人肌に温めることで抑制できる可能性を示唆している。

しかし国内外を問わず環境温度を調節することにより病原体を制御するといった発想はなく検証実験は皆無とあって良い。

2. 研究の目的

そこで私達は、消毒薬や抗菌剤に頼ることなく高頻度接触面や空間の温度を調節することで公共環境に潜む多剤耐性菌を制御し新たな病原体制御理論を創成することを目的とし、以下 10 の相互に関連する研究課題を設定し、4 年間かけて実施した。

- 研究課題 1. 「空気を効率良く採材するために開発した 3D プリンター自作エアサンプラーのスペック検証」
- 研究課題 2. 「乾燥面での病原細菌の生存性を規定する因子の探索」
- 研究課題 3. 「乾燥抵抗性を規定する分子の乾燥面での役割」
- 研究課題 4. 「乾燥表面の温度調節による大腸菌の生存性の制御に湿度変化が与える影響」
- 研究課題 5. 「温度制御手摺デバイス上での細菌の生存性の可視化法の開発」
- 研究課題 6. 「土壌細菌の空間移動に環境要因の変化が及ぼす影響について」
- 研究課題 7. 「地下歩行空間で得られたデータの数理モデルを用いたフィッティング」
- 研究課題 8. 「加温便座上での病原細菌の生存性について」
- 研究課題 9. 「雪中菌数と人口密度の関連性」
- 研究課題 10. 「手すりメーカーとの共同研究契約を締結」

3. 研究の方法

研究課題 1. 「空気を効率良く採材するために開発した 3D プリンター自作エアサンプラーのスペック検証」: 野外の空気を 4 ヶ月間に渡り採取し、その検体から培養された生細菌数と同時に取得(公開されている札幌管区気象台の情報データベースより取得)した環境因子(温度、湿度、気圧、風速、日照時間)との統計学的な関連性を精査した。また比較的大型の生微生物(アメーバや絨毛虫など)が空気から検出できるかどうか調査した。

研究課題 2. 「乾燥面での病原細菌の生存性を規定する因子の探索」: 大腸菌の Tn 挿入変異株ライブラリーを構築し乾燥抵抗性が減弱した変異株を選択しその責任遺伝子を同定し実験的にその遺伝子を破壊した際に乾燥抵抗性の程度がどのように変化するのか検証した。

研究課題 3. 「乾燥抵抗性を規定する分子の乾燥面での役割」: Tn 挿入変異株を用いた網羅的な解析から同定した乾燥抵抗性を規定する大腸菌遺伝子を破壊し野生株との形態変化を透過型電顕(TEM)を用いて検証した

研究課題 4. 「乾燥表面の温度調節による大腸菌の生存性の制御に湿度変化が与える影響」: 環境温度は、熱を奪う空気中の水蒸気量すなわち湿度の影響も受ける。そこで恒温恒湿機を使用し、温度(25-37°C)と共に湿度(45-90%)が乾燥表面の大腸菌の生存性に与える影響を調査した。

研究課題 5. 「温度制御手摺デバイス上での細菌の生存性の可視化法の開発」: バイク用ハンドヒーターを改良し作成した人肌加温デバイスの効果を振幅の大きい培養に頼らず正確かつ簡単に確認する方法を LIVE/DEAD 染色とキーエンス画像解析ソフトを組み合わせることでその実現を試みた。

研究課題 6. 「土壌細菌の空間移動に環境要因の変 u_j が及ぼす影響について」: 3D プリンターにて自作した空気中に浮遊する細菌を効率よく生け捕りにできるエアサンプラーを用いて北大農場にて、浮遊生細菌数と環境因子(気圧、蒸気圧、湿度、風向き)との関連性を調査し、土壌細菌が巻き上げられる原理を調査した。

研究課題 7. 「地下歩行空間で得られたデータの数理モデルを用いたフィッティング」: 浮遊生細菌数/微粒子数と環境因子(温度、湿度、気圧、通行人数)との関連性を明らかにするために地下歩行空間でのフィールド調査で取得したデータを一般化線形モデル $Glm2$ に当てはめた、浮遊生細菌数と無機微粒子数を説明できる環境因子の組み合わせを探った。

研究課題 8. 「加温便座上での病原細菌の生存性について」: 乾燥した加温便座(温度分布: 加温時 31.8~39.0°C、無加温時 22.6~23.6°C)の表面での大腸菌とブドウ球菌の生存性を可視化し、加温することに殺菌効果という付加価値があるのかどうか検証した。

研究課題 9. 「雪中菌数と人口密度の関連性」: 環境中のエアに含まれる細菌が人由来だとするとその細菌数は人口密度に依存して増加するはずである。そこで札幌近郊の雪を採取しその採取場所の雪中生細菌数と流動人口密度との関連性について検討した。

研究課題 10. 「手すりメーカーとの共同研究契約を締結」: 人肌加温デバイスを公共環境に実装化するために手すり製造企業との共同研究契約を試みた。

4. 研究成果

研究課題 1. 「模擬的な高頻度接触面での人肌加温制御がもたらす細菌の生存抑制効果」

まずプレートを用いた乾燥実験:を行なった。各温度にて湿度を変えた場合の生菌率を調査した。乾燥直後の生存率を 1 としたときの 18 時間後の生菌率を示す。25°Cにおいて、18 時間後の生菌率は、乾燥前に対して 1/10~1/100 程度減少していた。また、同温度において湿度 45%RH と比較して湿度 60%RH、湿度 90%RH では有意に生菌率が低かった。29°Cにおいて、18 時間後の生菌率は、乾燥前に対して 1/100 程度減少していた。33°Cにおいて、18 時間後の生菌率は、乾燥前に対して 1/100~1/10,000 程度減少していた。また、同温度において湿度 45%RH と比較して湿度 60%RH、湿度 75%RH、湿度 90%RH では有意に生菌率が低かった。37°Cにおいて、18 時間後の生菌率は、乾燥前に対して 1/100~1/1,000,000 程度減少していた。また、同温度において湿度 45%RH と比較して湿度 60%RH、湿度 75%RH、湿度 90%RH では有意に生菌率が低かった。このように乾燥面に塗布した病原細菌の生存性は温度(上限は人肌温度)と湿度の上昇に伴い著しく低下することが明らかになった(図 1)。次に人肌加温デバイス上での病原細菌の生存性についても検討した。デバイス上で乾燥した病原細菌は、人肌加温により加温していない表面に比べ、その生存性は有意に低下した。その効果は、細菌種により異なり *S. aureus* と *A. baumannii* ではその効果が減弱した。以上より、病原体の種類によりその効果は変化するが、高頻度接触面を人肌に加温することでその表面に付着した病原細菌の生存性が低下することが明らかになった。

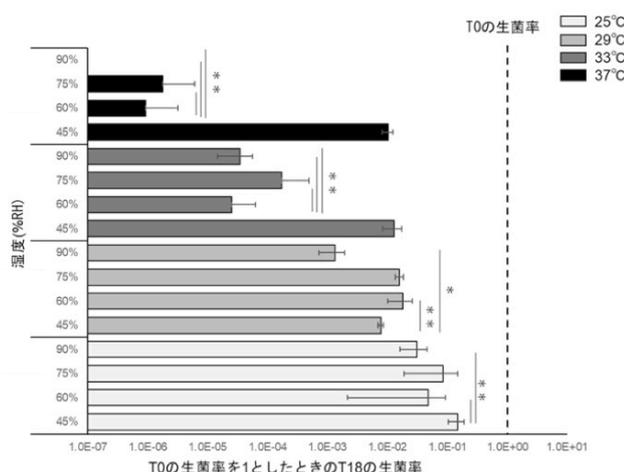


図1. 温度と湿度が乾燥面での *E. coli* の生存性に与える影響
温度は、25~37°Cに設定した。また湿度は、それぞれの温度設定において、45~90%に調節した。生存率(%)は、乾燥直後(T0)に対する割合で示した。T、温度。RH、湿度。*、バーで示されている群間で有意差あり。

研究課題 2. 「乾燥面での病原細菌の生存性を規定する因子の探索」

「乾燥抵抗性を規定する分子の乾燥面での役割」: Tn 挿入大腸菌変異株ライブラリー (n=243) を用いて、全株の乾燥抵抗性を調査した。その結果、1 株の乾燥抵抗性減弱株 (Tn 挿入変異株 No.75) が得られた。この菌株は、浸透圧や pH などの調節に関わる *nhaA* 遺伝子 (ナトリウム/水素交換輸送体) が欠損しており、改めて作製した *nhaA* 欠損株・再導入株を用いた乾燥抵抗性実験より、この遺伝子が大腸菌の乾燥抵抗性にも重要であることが示された。また野生株に比べ *nhaA* 欠損株では菌体が有意に伸長した。また *NhaA* の活性を阻害する 2-aminoperimidine (2-AP) を使用し、手すりの加温と 2-AP がもたらす生存性への効果を調査した。その結果、2-AP の暴露により大腸菌の乾燥面での生存性は有意に低下した。

研究課題 3. 「乾燥抵抗性を規定する NhaA 分子の乾燥面での役割」

電顕を用いた *nhaA* 欠損株を作成し菌体の形態観察から検証した結果、欠損株では、菌体表面構造が不安定化しさらにそのサイズが伸長した(図 2)。 *nhaA* 遺伝子再導入株では伸長現象は消失した。菌体サイズの伸長に伴い、菌体表面積が拡張し、それに伴い揮発する水分量が増すことで、乾燥抵抗能力が減弱した可能性がある。

研究課題 4. 「乾燥表面の温度調節による大腸菌の生存性の制御に湿度変化が与える影響」

恒温恒湿機を使用し、温度(25-37°C)と共に湿度(45-90%)が乾燥表面の大腸菌の生存性に与える影響を調査した結果、湿度と大腸菌の生存率には逆相関関係($r=-0.241$)があり、湿度が上がるほど生存率は有意に低下した($p=0.04$)。このように、乾燥面での温度制御において湿度によるネガティブな効果は最小限であることを見いだした。

研究課題 5. 「温度制御手摺デバイス上での細菌の生存性の可視化法の開発」

バイク用ハンドヒーターを改良し作成したデバイス上で乾燥させた大腸菌と黄色ブドウ球菌の生存性が人肌買おうによりどのような影響を受けるのか、LIVE/DEAD 染色とキーエンス画像解析ソフトを組み合わせた測定方法にて可視化定量した。その結果、加温温度が人肌に近似するとそれらの生存性が有意に低下することが明らかになった。

研究課題 6. 「土壌細菌の空間移動に環境要因の変化が及ぼす影響について」

3D プリンターを用いて空気中に浮遊する細菌を効率よく生け捕りにできる自作エアサンプラーを用いて北大農場にて空気を採取し、その空気中の生細菌数に実施した。その結果、環境因子(気圧、蒸気圧、湿度、風向き)が連動し変化することにより、空気中に巻き上げられ浮遊し移動することが明らかになった。

研究課題 7. 「札幌地下歩行空間での調査データを用いた数理モデルによる浮遊細菌数の動態を規定する環境因子の同定」

環境要因(温度、湿度、気圧、通行人数)を用いた主成分解析(PCA)により、主に PC1 の変動に基づき 60 個のサンプルが 4 つのグループ(G1~G4)に分類できることが明らかになった[負荷量: T(-0.62)、H(-0.647)、TP(0.399)、A(0.196)]および PC2 [荷重:A(-0.825)、TP(0.501)、H(0.209)、T(-0.155)]。特に、無機粒子の数は G4 から G1 に徐々に増加したが、生菌数は G2 で最も多く他に明確なパターンは認められなかった。Glm2 を用いたさらなるフッティング解析により、無機粒子の変化は主に 2 つの変数(湿度/通行人数)によって説明できる一方、生菌レベルはすべての説明変数(通行人数/湿度/温度/気圧)の影響を受けることが示されました。ANOVA テストにより、無機粒子と生菌の量が異なる要因の影響を受けることが明らかになった。このように空間に浮遊する細菌数は、無機粒子と異なりより複合的な環境因子の影響を受けることが明らかになった。

研究課題 8. 「加温便座上での病原細菌の生存性について」

乾燥した加温便座(温度分布: 加温時 31.8~39.0°C、無加温時 22.6~23.6°C)の表面での大腸菌とブドウ球菌の生存性を可視化し、加温することに殺菌効果という付加価値があるのかどうか検証した。その結果、同じ加温設定における便座表面の温度は、同じポイントで 4°C 程度、異なるポイントで 5°C 程度変化した。大腸菌の生菌率は、約 23°C の便座上では乾燥直後と比較して 24h、48h、72h で 1/100 程度減少した。一方、約 35°C の便座上では乾燥直後と比較して 24h で 1/1000 程度、48h で 1/10000 程度、72h で 1/10000 程度まで低下した。温度と生菌数の間には 24h、48h、72h とともに逆相関があった(24h: $r=-0.39$, $p<0.01$; 48h: $r=-0.47$, $p<0.01$; 72h: $r=-0.53$, $p<0.05$)。黄色ブドウ球菌の生菌率は、約 23°C の便座上では乾燥直後と比較して 24h、48h、72h で減少しなかった。一方、約 35°C の便座上では乾燥直後と比較して 24h で 1/10 程度、48h で 1/100 程度、72h で 1/10000 程度減少した。温度と生菌数の間には 24h、48h、72h とともに逆相関があった(24h: $r=-0.62$, $p<0.01$; 48h: $r=-0.80$, $p<0.05$; 72h: $r=-0.73$, $p<0.01$)。

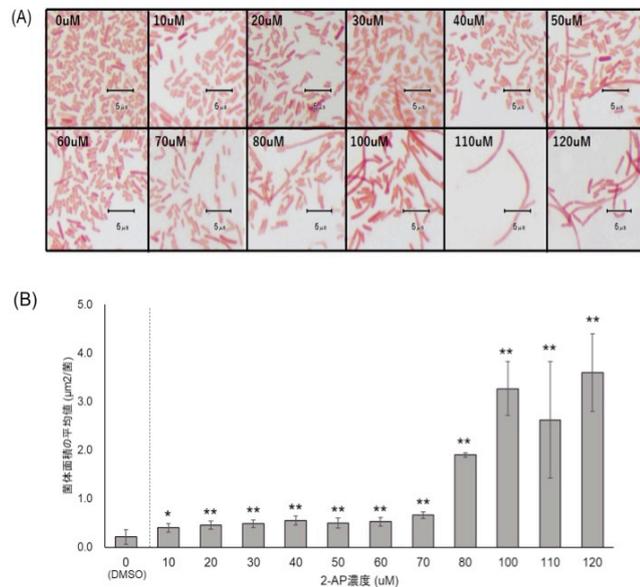


図2. 2-AP添加による*E. coli*の形態変化
A)画像はグラム染色した大腸菌の形態を示す。μMは2-APの濃度を示す。スケールバーは5μm。(B)グラフは一菌あたりの菌体面積を数値化したもの。*、DMSOコントロールに比べ有意差あり。

研究課題 9. 「雪中菌数と人口密度の関連性」

生菌数と人口密度は、石狩川河口、石狩地方の公園、北海道大学、中島公園、大通公園の順に有意に高くなり、両者の間には強い正の相関関係($r=0.731$, $p=5.833E-09$)が認められた。次に雪検体より DNA を抽出し次世代シーケンサーを用いて 16SrDNA を標的とした菌属レベルでの菌叢解析を行い、雪採取場所間での差異について Steel-Dwass 法にて多重比較解析を行った。その結果、石狩川河口で採取した雪検体からは、平均して 148 菌種 (OTU) が同定されたが、大通公園、中島公園、石狩地方の公園で採取した検体から同定された菌種数は有意に低値を示した。石狩川河口採取検体中の菌叢が他の検体に比べ多様性に富んでいる可能性が考えられたので、菌叢データを用いて Bray-Curtis の手法にて β 多様性解析を実施した。その結果、石狩川河口の菌叢が他の群と比較し有意に異なっていた。その一方で大通公園、中島公園、北海道大学、石狩地方の公園の菌叢は、連動し変化し主座標分析では大きなクラスターを形成した。以上のことより、雪中生細菌数は流動人口密度と関連することが明らかになり、またその密度が低値を示す場所では菌叢の多様性が高まる傾向が見られた。雪中菌数やその菌叢は、その環境での人の営みの程度を可視化するための新たな指標に成る可能性があることが明らかになった。

研究課題 10. 「手すりメーカーとの共同研究契約を締結」

人肌加温デバイスを公共環境に実装化するために企業との共同研究を結んだ。企業から精巧に人肌加温に乾燥面を制御することができるデバイスの提供を受け、人肌加温効果を検証実験を行なった。その結果、人肌加温された手すり断片表面での病原体(大腸菌とブドウ球菌)の生存性は、加温していない断片に比べその生存性が有意に低下することを確認した。

本研究にてこれまでまったく想定されていなかったが、普遍的な環境因子の一つである温度を人肌に調節制御することで乾燥面での病原細菌の生存性を減弱させることができることを新たに発見した。その分子機構としては、人肌加温すると乾燥面では病原細菌の菌体長の適切な制御ができなくなることに起因している可能性が考えられる。また空間に浮遊する細菌数を規定する環境因子として人流やその密度が関係することを証明した。現在これらの研究成果を踏まえ、共同研究契約を取り交わした企業と共同で、高頻度接触面の病原細菌数を抑制制御しうる持続性がありかつ耐性菌などが選択されない新たなデバイスの開発を継続して行なっていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Mori Saaya, Ishiguro Sakura, Miyazaki Satoru, Okubo Torahiko, Omori Ryosuke, Kai Ayako, Sugiyama Kyohei, Kawashiro Airi, Sumi Masato, Thapa Jeewan, Nakamura Shinji, Katoh Chietsugu, Yamaguchi Hiroyuki	4. 巻 172
2. 論文標題 Usefulness of a 3D-printing air sampler for capturing live airborne bacteria and exploring the environmental factors that can influence bacterial dynamics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Research in Microbiology	6. 最初と最後の頁 103864 - 103864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resmic.2021.103864	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Hiroyuki, Okubo Torahiko, Nozaki Eriko, Osaki Takako	4. 巻 19
2. 論文標題 Differential impact of environmental factors on airborne live bacteria and inorganic particles in an underground walkway	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0300920
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0300920	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Konno Ayano, Okubo Torahiko, Enoeda Yoshiaki, Uno Tomoko, Sato Toyotaka, Yokota Shin-ichi, Yano Rika, Yamaguchi Hiroyuki	4. 巻 18
2. 論文標題 Human pathogenic bacteria on high-touch dry surfaces can be controlled by warming to human-skin temperature under moderate humidity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0291765
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0291765	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 今野綾乃、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 乾燥した物質表面の温度・湿度制御はヒト病原細菌の生存抑制に有用か - 高頻度接触面を介した医療関連感染を減らすために -
3. 学会等名 第16回日本臨床検査学教育学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森沙彩、甲斐絢子、杉山恭平、鷲見優斗、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 土壌細菌は環境因子の変動に伴い本当に空気中に舞い上がり浮遊するのか：生菌回収用自作エアサンプラーを用いた野外調査の試み
3. 学会等名 第16回日本臨床検査学教育学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口博之、森沙彩、今野綾乃、大久保寅彦
2. 発表標題 主成分解析による地下歩行空間に浮遊する集落形成細菌数に影響を及ぼす環境因子とその特徴の可視化
3. 学会等名 第87回 日本細菌学会北海道支部学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今野綾乃、盛永和樹、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 医療関連感染予防のための実用化を見据えた検証：温度制御を施した手すり型デバイス上での大腸菌の生存性について
3. 学会等名 第87回 日本細菌学会北海道支部学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 盛永和樹、今野綾乃、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 乾燥面の温度と湿度上昇はその表面に付着した病原体の生存菌数を大幅に低減させる
3. 学会等名 第87回 日本細菌学会北海道支部学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口博之、森沙彩、今野綾乃、大崎敬子、大久保寅彦
2. 発表標題 主成分解析と一般化線型モデルによる札幌地下歩行空間に浮かぶ集落形成菌数に影響を及ぼす環境因子の可視化
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今野綾乃、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 療関連感染の制御に向けた検証：人肌に温めた手すりデバイス上での大腸菌の生存性
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森沙彩、大久保寅彦、山口博之
2. 発表標題 環境因子の変動に伴う土壌細菌の空気中への浮遊：生菌回収用自作エアサンプラーによる野外調査の試み
3. 学会等名 第96回日本細菌学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mori Saaya、Torahiko Okubo、Hiroyuki Yamaguchi
2. 発表標題 Soil bacteria float in the air according to the changes of environmental factors: a field study
3. 学会等名 ASM Microbe 2022 (アメリカ微生物学会) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ayano Konno, Torahiko Okubo, Hiroyuki Yamaguchi
2. 発表標題 Combined effect of temperature and humidity on the survival of Escherichia coli DH5 on dry surfaces
3. 学会等名 ASM Microbe 2022 (アメリカ微生物学会) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 3Dプリンターで作製したエアサンプラーを用いた空気浮遊細菌の分離と同定
2. 発表標題 森沙彩, 宮崎悟, 石黒咲良, 鷺見優斗, 大久保寅彦, 大森 亮介, 山口博之
3. 学会等名 第86回日本細菌学会北海道支部学術総会*国内地方(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今野綾乃, 藤井菜央, 榎枝秀朗, 大久保寅彦, Thapa Jeewan, 佐藤豊孝, 横田伸一, 山口博之
2. 発表標題 高頻度接触乾燥面での大腸菌の生存性を規定する因子の同定とその制御法の探索
3. 学会等名 第86回日本細菌学会北海道支部学術総会*国内地方(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森 沙彩, 大久保 寅彦, 山口 博之
2. 発表標題 土壌細菌は環境因子の変動に伴い本当に空気中に舞い上がり浮遊するのか: 生菌回収用自作エアサンプラーを用いた野外調査の試み
3. 学会等名 第95回日本細菌学会総会(オンライン開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 擬似的な乾燥表面に付着する大腸菌の生存性に温度・湿度制御が与える影響
2. 発表標題 今野綾乃、大久保寅彦、山口博之
3. 学会等名 第95回日本細菌学会総会(オンライン開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Okubo T, Sumi M, Thap J, Yamaguchi H
2. 発表標題 A 3D-Printing Air Sampler Secured Air Flow Path in Collecting Airborne Live Bacteria
3. 学会等名 アメリカ微生物学会 ASM Microbe2020 (ePoster)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榎枝秀朗、田中菜那、大久保寅彦、佐藤豊孝、横田伸一、山口博之
2. 発表標題 Na ⁺ /H ⁺ アンチポーター(NhaA)は大腸菌の乾燥抵抗性を規定する
3. 学会等名 第94回日本細菌学会総会, オンライン
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究成果を踏まえ、本邦の手すりシェアno.1の企業と共同研究契約を締結した。公共環境や家庭への実装化を見据えた人肌加温デバイスの開発とその加温効果の分子機構を解明を継続して精力的に行なっていく予定である。。

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	矢野 理香 (Yano Rika) (50250519)	北海道大学・保健科学研究院・教授 (10101)	
研究分担者	大森 亮介 (Omori Riyousuke) (10746952)	北海道大学・人獣共通感染症国際共同研究所・准教授 (10101)	
研究分担者	大久保 寅彦 (Okubo Torahiko) (90762196)	北海道大学・保健科学研究院・講師 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関